



10/667,551

PCT

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

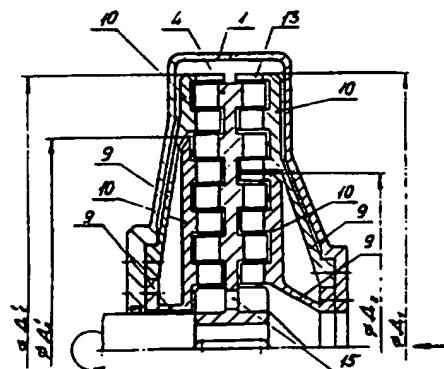
(51) Международная классификация изобретения ⁶ : B01F 7/00	A1	(11) Номер международной публикации: WO 96/20778 (43) Дата международной публикации: 11 июля 1996 (11.07.96)
<p>(21) Номер международной заявки: PCT/RU95/00061</p> <p>(22) Дата международной подачи: 7 апреля 1995 (07.04.95)</p> <p>(30) Данные о приоритете: 94045538 29 декабря 1994 (29.12.94) RU</p> <p>(71) Заявители (для всех указанных государств, кроме US): I.F.F. INVESTMENTS LTD. [CY/CY]; 69, Makariou Avenue, Scala Court, Office No. 1 P.O.B., 602 Larnaca, Cyprus (CY) ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ ЕВРОИНТОРГ [RU/RU]; 420083 Казань, ул. Журналистов, д. 54 (RU) [TORGOVO-PROMYSCHLENNAYA COMPANIA EVROINTORG, Kazan (RU)].</p> <p>(71)(72) Заявители и изобретатели: ФОМИН Владимир Михайлович [RU/RU]; 420101 Казань, ул. Карбышева, д. 33, кв. 13 (RU) [FOMIN, Vladimir Mikhailovich, Kazan (RU)]. ФЕДОРОВ Александр Дмитриевич [RU/RU]; 420061 Казань, ул. Космонавтов, д. 7, кв. 41 (RU) [FEDOROV, Alexandr Dmitrievich, Kazan (RU)]. ЛЕБЕДЕВ Сергей Германович [RU/RU]; 420066 Казань, ул. Декабристов, д. 8, кв. 16 (RU) [LEBEDEV, Sergei Germanovich, Kazan (RU)]. ГАТАУЛЛИН Рустем Шамгунович [RU/RU]; 420111 Казань, ул. К.Маркса, д. 23/6, кв. 88 (RU) [GATAULLIN, Rustem Shamgunovich, Kazan (RU)]. ВОЛКОВ Герман Альфредович [RU/RU]; 420059 Казань, ул. Эсперанто, д. 9/2, кв. 42 (RU) [VOLKOV, German Alfredovich, Kazan (RU)]. КРУГЛОВ Александр Борисович 107014 Москва, ул. Строммынка, д. 1, кв. 6 (RU) [KRUGLOV, Alexandr Borisovich, Moscow (RU)]. АГАФОНОВ Юрий Михайлович [RU/RU];</p>		<p>420039 Казань, ул. Гагарина, д. 89, кв. 53 (RU) [AGAFOV, Jury Mikhailovich, Kazan (RU)]. ЯРЫГИН Владимир Ефимович [RU/RU]; 420133 Казань, ул. Лаврентьева, д. 28, кв. 189 (RU) [YARYGIN, Vladimir Efimovich, Kazan (RU)].</p> <p>(72) Изобретатели; и</p> <p>(75) Изобретатели / Заявители (только для US): ГАЙ-ФУЛЛИН Валерий Ваизович [RU/RU]; 422700 с. Высокая Гора, Высокотгорский район, ул. Ползская, д. 33а (RU) [GAIFULLIN, Valery Vaizovich, s. Vysokaya Gora (RU)]. ЗАХАРОВ Сергей Александрович [RU/RU]; 420015 Казань, ул. Б.Красная, д. 54, кв. 40 (RU) [ZAKHAROV, Sergei Alexandrovich, Kazan (RU)].</p> <p>(74) Агент: КРУГЛОВ Александр Борисович; 123100 Москва, Шмидтовский проезд, д. 3, Адвокатское бюро «РЕЗНИК, ГАГАРИН & ПАРТНЕРЫ» (RU) [KRUGLOV, Alexandr Borisovich, Moscow (RU)].</p> <p>(81) Указанные государства: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), патент OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), патент АРИПО (KE, MW, SD, SZ, UG).</p> <p>Опубликована С отчетом о международном поиске. С измененной формулой изобретения и объяснением.</p>

(54) Title: METHOD OF TREATING FLUID MEDIUMS AND A ROTARY-PULSATION DEVICE FOR CARRYING OUT THE SAID METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ ОБРАБОТКИ ЖИДКОТЕКУЧИХ СРЕД И РОТОРНОПУЛЬСАЦИОННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Abstract

The proposed method of treating fluid mediums involves treatment of the medium in question in a rotary-pulsation device, the medium being subjected to the additional acoustic action of the stator in the form of oscillations of varying frequency and amplitude; the frequency is varied by altering the rotor speed, while the amplitude is determined by the moment of inertia of the revolving rotor. The rotary-pulsation device contains one or more stators (10) so mounted in a housing (1) as to leave a gap which permits the stator (10) to execute three-dimensional oscillations by means of at least one support point. The stator can be mounted in the housing (1) by the central section in the region of rotation of the rotor (4); the central section can take the form of a conical or cylindrical shell, while the peripheral section can take the form of a disc or truncated cone. The rotating disc of the rotor (4) which generates three-dimensional oscillations in the stator (10) generates a radial flow of treated medium which passes through an inlet nozzle and thence through apertures (15) and the flow-through channels (13). The stators can have different individual oscillating frequencies depending on their different dimensions, OA_1 , OA_2 , OA_1' , OA_2' .



Способ обработки жидкотекучих сред заключается в обработке жидкотекучей среды в роторно-пульсационном аппарате в условиях дополнительного акустического воздействия статора на среду колебаниями различной частоты и амплитуды, при этом частоту воздействия регулируют числом оборотов ротора, а амплитуду воздействия — моментом инерции массы диска вращающегося ротора. При этом используют роторно-пульсационный аппарат, содержащий один или несколько статоров (10), установленных в корпусе (1) с зазором, позволяющим статору (10) совершать объемные колебания посредством, по меньшей мере, одной точки опоры. Статор может быть установлен в корпусе (1) посредством центральной части в области вращения ротора (4), которая может быть выполнена в виде конической или цилиндрической обечайки, а периферийная часть — в виде диска или усеченного конуса. Вращающийся диск ротора (4), генерирующий объемные колебания статора (10), создает радиальный поток обрабатываемой среды. Обрабатываемая среда поступает через входной патрубок, а далее движется через окна (15) и через проточные каналы (13). Статоры могут иметь разную частоту собственных колебаний за счет разных геометрических размеров $\varnothing D_1$, $\varnothing D_2$, $\varnothing D_1'$, $\varnothing D_2'$.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
BJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
CV	Кабо-Верде	KR	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SK	Словакия
CM	Камерун	LK	Шри-Ланка	SN	Сенегал
CN	Китай	LU	Люксембург	TD	Чад
CS	Чехословакия	LV	Латвия	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединенные Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	UZ	Узбекистан
ES	Испания	MN	Монголия	VN	Вьетнам

СПОСОБ ОБРАБОТКИ ЖИДКОТЕКУЧИХ СРЕД И РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Изобретение относится к способам обработки жидкотекучих сред и устройств для его осуществления и может найти применение в химико-фотографической, химической, пищевой, фармацевтической, микробиологической промышленности.

Известны способы обработки жидкотекучих сред, например, способы получения дисперсий гидрофобных цветообразующих компонент для изготовления цветных кинофотоматериалов путем диспергирования дисперсной фазы (раствора компонент в высококипящих растворителях) в дисперсионной среде (водном растворе желатина и смачивателя) в известных диспергирующих устройствах, а именно, гомогенизаторах высокого давления [1], ультразвуковых диспергаторах [2].

Известные способы позволяют получать дисперсии цветообразующих компонент со средним диаметром d частиц дисперсной фазы $0.2 + 0.4$ мкм.

Известны способы обработки жидкотекучих сред, например, молока или молочных продуктов путем диспергирования дисперсной фазы молока (молочных жировых шариков) в дисперсионной среде (плазме молока) с использованием гомогенизаторов высокого давления, ультразвуковых диспергаторов, магнитострикционных вибраторов [3].

Указанные способы диспергирования (гомогенизации) молока обеспечивают дробление исходных жировых шариков со средним диаметром 3.9 мкм до $1 + 1.8$ мкм [3], и, в сочетании с отдельным процессом пастеризации при $+75 + 90^\circ \text{C}$, позволяют снизить общую бактериальную обсемененность, инактивировать патогенную микрофлору и получить продукт, безопасный для потребителя в санитарно-гигиеническом отношении.

Наиболее близким к предложенному является способ обработки жидкотекучей среды, а именно, способ получения дисперсий путем диспергирования и стерилизации жидких многокомпонентных продуктов в роторно-пульсационном аппарате (РПА) стерилизаторе-гомогенизаторе [4].

Согласно известному способу, например, жидкий молочный продукт, состоящий из дисперсной фазы и дисперсионной среды, подается в стерилизатор-гомогенизатор при температуре $+70^\circ \text{C}$, где обрабатывается между вращающимся ротором и статором в условиях кавитации, периодически меняющихся давления, скорости, и выходит диспергированный, гомогенизированный и стерилизованный из аппарата с температурой $+150^\circ \text{C}$. При этом размер частиц дисперсной фазы составляет $10 + 40$ мкм.

Известны устройства для обработки жидкотекучих сред, например, для получения дисперсий или эмульсий, в которых осуществляются процессы эмульгирования дисперсной фазы в дисперсионной среде.

Известно устройство [5], которое содержит ротор, установленный на валу, выполненный в виде диска с размещенными на его торцах коаксиальными цилиндрами с проточными каналами и радиальными лопатками. Ротор установлен в статоре, и вместе они размещены в корпусе аппарата. На статоре установлены коаксиальные цилиндры с проточными каналами. Корпус аппарата имеет входной и выходной патрубки. Устройство работает следующим образом. Обрабатываемая жидкотекучая среда через входной патрубок поступает в корпус устройства, где

за счет центробежных сил, создаваемых вращающимся ротором, она движется в радиальном направлении. Проходя последовательно через ступени "ротор-статор", жидкотекучая среда подвергается механическому воздействию со стороны элементов конструкции аппарата: лопаток ротора, зубьев ротора и статора, образованных боковыми поверхностями и прорезями коаксиальных цилиндров ротора и статора. Эти воздействия приводят к перемешиванию, растворению, измельчению, диспергированию, эмульгированию, гомогенизации в жидких многокомпонентных системах.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является устройство [6], содержащее корпус с входным и выходным патрубками. В корпусе установлен ротор, выполненный в виде диска с установленными на его торце концентрично радиальными лопатками и коаксиальными цилиндрами с прорезями. Диск установлен на валу, соединенным с электроприводом. В корпусе на опорах, выполненных в виде упругих лопаток, установлен статор, выполненный в виде диска с размещенными на его торце, обращенному к ротору, коаксиальными цилиндрами с прорезями. Устройство работает следующим образом. Обрабатываемая жидкотекучая среда через входной патрубок поступает в корпус. Вращение от электропривода через вал передается диску ротора. Диск ротора за счет лопаток и прорезей в коаксиальных цилиндрах создает радиальный поток обрабатываемой среды. Двигаясь в радиальных зазорах между боковыми поверхностями коаксиальных цилиндров ротора и статора, за счет чередования совмещения и несовмещения прорезей в коаксиальных цилиндрах ротора и статора, обрабатываемая среда подвергается воздействиям за счет градиента скорости, градиента давления, кавитации, акустики. Кроме того, за счет крутильных колебаний статора, стенки прорезей в коаксиальных цилиндрах статора активно воздействуют на обрабатываемую жидкотекучую среду. Это воздействие позволяет получать тонкие дисперсии со средним диаметром частиц дисперсной фазы порядка $0.2 + 0.3$ мкм.

Техническим эффектом изобретения является повышение эффективности процесса обработки жидкотекучих систем в части расширения сферы применения его для обработки различных по составу и природе жидкотекучих систем, в частности, для одновременного диспергирования, гомогенизации, пастеризации, стерилизации жидких сред.

Указанный эффект в части способа достигается тем, что в способе обработки жидкотекучей среды в роторно-пульсационном аппарате, согласно изобретению, используют роторно-пульсационный аппарат, в котором обработку ведут в условиях дополнительного акустического воздействия статора на среду колебаниями различной частоты и амплитуды. Частоту воздействия регулируют числом оборотов ротора, а амплитуду воздействия - моментом инерции массы диска вращающегося ротора. (См. приведенные ниже примеры.) Момент инерции массы диска ротора J_M определяют следующим образом: $J_M = 0.5 \cdot M \cdot R^2$, где J_M - момент инерции массы диска относительно оси вращения, M - масса диска ротора, R - радиус диска ротора.

Для усиления эффекта, например, при обработке труднодиспергируемых жидкотекучих систем, обработку ведут в области резонансных колебаний статора.

Для усиления эффекта обработку ведут в условиях параметрических колебаний статора. Например, по мере изменения в процессе обработки физических свойств обрабатываемой жидкотекучей системы (температура, вязкость, размеры

частиц дисперсной фазы, и т.д.) меняют число оборотов ротора, тем самым меняя частоту воздействия статора на обрабатываемую систему.

Кроме того, можно использовать роторно-пульсационный аппарат, который снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, при этом подбирают 5 статоры с совпадающими или несовпадающими собственными частотами колебаний.

Для усиления эффекта регулируют величину зазора между ротором и статором и/или величину отклонения от соосности ротора относительно статора.

Кроме того, согласно изобретению, используют роторно-пульсационный аппарат, в котором ротор и статор снабжены турбулизирующими элементами, имеющими 10 различные собственные частоты колебаний.

Указанный технический эффект в части устройства достигается тем, что в устройстве, содержащем корпус, внутри которого установлены ротор и статор, согласно изобретению, статор установлен в корпусе посредством, по крайней мере, одной точки опоры и имеет зазор по отношению к корпусу и ротору для 15 обеспечения возможности осуществления им объемных колебаний.

При этом статор может быть закреплен в корпусе центральной частью в области оси вращения ротора.

Центральная часть статора может быть выполнена в виде конической или цилиндрической обечайки, а периферийная часть - в виде диска или усеченного 20 конуса.

Кроме того, в конический или цилиндрический обечайке центральной части статора могут быть выполнены окна.

Кроме того, роторно-пульсационный аппарат может быть снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным коаксиально имеющемуся 25 статору с той же стороны от ротора, при этом, статоры могут быть выполнены с совпадающими или несовпадающими собственными частотами колебаний.

Аппарат может быть снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным с другой стороны ротора.

Статоры могут быть выполнены с различной упругостью.

30 Для усиления эффекта обработки статор или статоры могут быть установлены с возможностью изменения зазора относительно ротора и/или с возможностью отклонения от соосности ротора и статора.

На поверхностях ротора и статора или статоров, обращенных друг к другу, могут быть выполнены турбулизирующие элементы.

35 Турбулизирующие элементы могут быть выполнены в виде коаксиальных лопаток или коаксиальных цилиндров с проточными каналами или прорезями.

Такое выполнение роторно-пульсационного аппарата приводит к тому, что статор под действием пульсаций давления, пульсации скорости потока обрабатываемой жидкотекучей среды совершает вынужденные объемные колебания, осуществляемые всем статором, имея широкий спектр излучения, возбуждают в жидкотекучей среде, обрабатываемой в устройстве, акустические колебания различной, в том числе и большей относительно известных устройств, мощности, которые, в свою очередь, интенсифицируют процессы диспергирования, растворения, гомогенизации, перемешивания, а кроме того позволяют осуществлять дополнительно 40 процессы пастеризации или стерилизации жидких сред. Мощность и эффективность воздействия статора на обрабатываемую среду видны из примеров обработки молока. Из приведенных данных (см. ниже, пример 3) видно, что акустическое 45

- воздействие статора на молоко позволяет снизить температуру пастеризации или стерилизации молока, при этом наблюдается значительное снижение ОМЧ (общего микробного числа) по сравнению с допустимыми значениями по ГОСТу. Широкий частотный спектр воздействия статора позволяет для каждой конкретной обрабатываемой среды подобрать оптимальные режимы обработки, необходимые для получения целевых продуктов. Так, например, при диспергировании дисперсий гидрофобных цветообразующих компонент, являющихся наиболее труднообрабатываемыми средами, обработку ведут в области резонансных колебаний статора, что значительно повышает эффективность обработки, позволяет получать высокооднородные дисперсии (см. примеры 1, 2). Поскольку эта обработка протекает в циклическом режиме, (обрабатываемая среда многократно проходит через роторно-пульсационный аппарат), в процессе которой происходит изменение физических свойств обрабатываемой среды за счет изменения, например, размера частиц дисперсной фазы, вязкости, температуры, то по мере продолжительности обработки меняются акустические свойства обрабатываемой среды. Поэтому в процессе обработки изменением числа оборотов ротора меняют частоту воздействия статора на обрабатываемую среду с тем, чтобы процесс диспергирования протекал наиболее эффективно, т.е. обработку ведут в условиях параметрических колебаний статора.
- 20 Установку статора в корпусе роторно-пульсационного аппарата посредством, по крайней мере, одной точки опоры осуществляют так, чтобы статор имел зазор между корпусом и ротором. Такая установка статора приводит к тому, что под действием пульсирующего давления, пульсирующей скорости потока обрабатываемой среды, создаваемых вращающимся ротором, статор совершает вынужденные объемные колебания относительно ротора и корпуса.
- 25 Конструктивно узел крепления статора к корпусу может быть расположен в центральной части статора в области оси вращения ротора и представляет собой коническую или цилиндрическую обечайку, а периферийная часть статора может быть выполнена в виде диска или усеченного конуса. Такое выполнение статора позволяет ему, как и в предыдущем случае, совершать вынужденные объемные колебания, оказывая акустическое воздействие на обрабатываемую жидкотекучую среду.
- 30 Выполнение окон в конической или цилиндрической обечайках приводит к тому, что обрабатываемая жидкотекучая среда, находящаяся между диском статора и корпусом аппарата, через эти окна вновь поступает в пространство между ротором и статором, после чего, пройдя повторную обработку, покидает роторно-пульсационный аппарат.
- 35 Установка двух и более статоров с одной стороны диска ротора приводит к тому, что каждый из этих статоров, обладая своими, определенными геометрическими размерами, обладает и своими акустическими свойствами. Каждый из этих статоров работает наиболее эффективно в своей области частот и оказывается эффективным в своей стадии диспергирования. А т.к. в процессе диспергирования размеры частиц фазы не однородны, то для каждой группы таких частиц наиболее интенсивное воздействие оказывает определенный статор с определенной геометрической характеристикой. Таким образом расширяется спектр частот, излучаемых статором.
- 40 45 Установка статора с обеих сторон диска ротора, с установкой при этом на диске ротора на обоих его торцах концентрично радиальных лопаток и коакси-

альных цилиндров с прорезями (проточными каналами), приводит к тому, что оба статора в процессе работы оказывают друг на друга акустическое воздействие, интенсифицируя процесс диспергирования в обрабатываемой системе.

5 Выполнение статоров с различной упругостью, а следовательно, и различной собственной частотой колебаний достигается за счет изготовления их из разных материалов (металлов), с различной толщиной стенок диска или конуса, с различной толщиной коаксиальных цилиндров статора, что приводит, как и в предыдущем случае, к расширению спектра частот, излучаемых статором, что в свою очередь повышает эффективность процесса диспергирования и уменьшает размеры

10 частиц дисперсной фазы.

Установка статора или статоров с возможностью изменения расстояния между ротором и статором и величины отклонения соосности ротора относительно статора приводит к тому, что для каждой конкретной обрабатываемой среды удастся подобрать оптимальные расстояния между ротором и статором, при которых до-

15 стигаются максимальные акустические излучения статора или статоров, что, в свою очередь, позволяет повысить эффективность воздействия статора или статоров на обрабатываемую среду, и в процессе диспергирования получить частицы дисперсной фазы с минимально возможным для данной системы диаметром частиц, оказать максимальное стерилизующее действие.

20 Выполнение на поверхностях статора и ротора, обращенных друг к другу, турбулизирующих элементов приводит к тому, что эти элементы турбулизируют поток обрабатываемой жидкотекучей среды, значительно улучшая перемешивание в среде, что позволяет получить, например, высокооднородные дисперсные системы с узкой кривой распределения частиц дисперсной фазы по размерам.

25 Выполнение турбулизирующих элементов в виде коаксиальных радиальных лопаток или коаксиальных цилиндров с проточными каналами или прорезями позволяет, кроме турбулизации потока, создать радиальное движение жидкотекучей обрабатываемой среды в роторно-пульсационном аппарате за счет вращения ротора, а также создать пульсирующий поток этой среды.

30 Существенными отличительными признаками изобретения являются режим обработки среды, использование роторно-пульсационного аппарата с вышеописанной конструкцией статора, наличие нескольких статоров с совпадающими или несовпадающими собственными частотами колебаний и возможностью перенастройки режимов обработки.

35 Сравнительный анализ предлагаемого изобретения с известными техническими решениями позволяет сделать вывод о новизне и соответствии условию изобретательного уровня предлагаемого изобретения.

На фиг.1 изображен продольный разрез предлагаемого устройства, на фиг.2 - сечение А-А фиг.1, на фиг.3 - сечение Б-Б фиг.1, на фиг.4 изображен узел

40 крепления статора "В" фиг.1, на фиг.5 изображен статор, выполненный в виде усеченного конуса, на фиг.6 - два статора с обеих сторон диска ротора, на фиг.7 - два статора с одной стороны диска ротора, на фиг.8 - по два статора с каждой из сторон диска ротора с различными геометрическими параметрами $\varnothing D'_1$, $\varnothing D'_2$, $\varnothing D_1$, $\varnothing D_2$, на фиг.9 - два статора (по одному с каждой стороны диска рото-

45 ра) с различными геометрическими параметрами $\varnothing D^1$, $\varnothing D$, h^1 , h , S_1 , S_2 , S_3 , на фиг.10 - ротор и статор, установленные с отклонением от соосности α , на фиг.11 изображен продольный разрез предлагаемого устройства, у которого ста-

тор установлен в корпусе посредством одной точки опоры, например, стержня, и имеет зазоры по отношению к корпусу и ротору, на фиг.12 изображено сечение Г-Г фиг.11, на фиг.13 изображено сечение Б-Б фиг.1 с окнами, выполненными в уале крепления статора, в обечайке, на фиг.14 изображена боковая поверхность 5 обечайки с окнами.

Устройство (фиг.1) содержит корпус 1 с входным 2 и выходным 3 патрубками. Внутри корпуса установлен ротор, выполненный в виде диска 4, с установленными на его торце или торцах (фиг.6) концентрично радиальными лопатками 5 и коаксиальными цилиндрами 6 с проточными каналами (прорезями) 7. Диск 4 10 установлен на валу 8, который соединен с регулируемым приводом, в частности, с регулируемым электроприводом (не показан). Центральная часть 9 статора 10 выполнена в виде конической (фиг.1) или цилиндрической (фиг.4) обечайки, периферийная часть 11 корпуса - в виде диска или усеченного конуса (фиг.5).

Статор 10 расположен в корпусе с зазором с одной или обеих сторон диска 15 4, с каждой из сторон диска 4 ротора может быть один или два, или более статоров. Каждый из них выполнен в виде усеченного конуса или плоского диска, на торце которого, обращенном к диску 4 ротора, размещены турбулизирующие элементы - коаксиальные цилиндры 12 с проточными каналами (прорезями) 13. Как показано на фиг.8, 9 статоры могут иметь различные диаметры $\varnothing D'_1$; $\varnothing D'_2$; $\varnothing D'_1$; 20 $\varnothing D'_2$ и т.д., различную толщину S_1 , S_2 , S_3 и т.д. Статоры могут быть выполнены из различных материалов, например, один из титанового сплава, второй из легированной стали, третий из бронзы с различными модулями упругости. Статоры могут изменять зазор между ротором и корпусом за счет подбора прокладок 14, (фиг.9), имеющих различную толщину h_1 , h_2 и т.д. В диске 4 ротора выполнены 25 окна 15.

В аппарате предусмотрено отклонение от соосности ротора и статора. Например, на фиг.10 показано, что оси ротора (1) и статора (11) могут образовывать угол α . Кроме того, оси статора и ротора могут быть параллельны, т.е. смещены относительно друг другу на величину эксцентриситета.

30 Статор 10 может быть установлен в корпусе 1 посредством одной точки, а именно стержня 16. На обечайке центральной части 9 могут быть выполнены окна 17 для перетекания обрабатываемой жидкотекучей среды.

Устройство работает следующим образом. Обрабатываемая жидкотекучая среда через входной патрубок 2 поступает в корпус 1. Вращение от регулируемого привода 35 через вал 8 передается диску 4 ротора. Вращающиеся вместе с диском 4 ротора радиальные лопатки 5 и боковые поверхности прорезей (проточных каналов) 7 коаксиальных цилиндров 6 за счет центробежных сил создают радиальное движение обрабатываемой среды. Обрабатываемая жидкотекучая среда через окна 15 в диске 4 поступает в полость второго статора, установленного с другой стороны 40 диска 4 ротора. Двигаясь в радиальных зазорах между передними и задними кромками радиальных лопаток 5 ротора и боковыми поверхностями коаксиальных цилиндров 12 статора/статоров 10 и боковыми поверхностями коаксиальных цилиндров 6 ротора, а так же в прорезях 7 ротора и 13 статора 10, жидкотекучая среда за счет совмещения и несоответствия прорезей 7 ротора и прорезей 13 статора 10 45 подвергается интенсивным воздействиям за счет градиента скоростей, градиента давлений, кавитации, акустики. Статор или статоры 10, жестко закрепленные в области оси вращения ротора и установленные в корпусе 1 с зазором относительно

но него, под действием пульсаций давления, скорости начинают совершать колебания относительно корпуса 1 и диска 4 ротора, причем эти колебания представляют собой объемные колебания поверхности или поверхностей статора 10. Аналогичные колебания статор совершает и в случае, когда он крепится к корпусу 1 в одной точке посредством, например, стержня 16. Эти колебания воздействуют на обрабатываемую среду, находящуюся как между диском 4 ротора и статором 10, так и статором 10 и корпусом 1. Эти воздействия статора 10 приводят к резкому повышению интенсивности процессов, протекающих в роторно-пульсационном аппарате. Так, в предлагаемом устройстве имеет место низкотемпературная стерилизация молока (см. пример № 3 по способу), что было не достижимо в известных устройствах как роторно-пульсационного, так и других типов. Обрабатываемая жидкотекучая среда, находящаяся в зазоре между статором 10 и корпусом 1, через окна 17, выполненные в обечайке 9, поступает вновь в пространство между ротором и статором и затем выводится через выходной патрубок 3 из устройства.

Акустическое воздействие статора 10 на обрабатываемую среду, в предлагаемом устройстве более мощное за счет очень интенсивного перемешивания обрабатываемой среды в зоне акустического воздействия на нее статором.

Активное перемешивание в сочетании с интенсивным акустическим воздействием приводит к благоприятным условиям при диспергировании растворов, например, гидрофобных цветообразующих компонент, при гомогенизации молока и молочных продуктов, получении ультратонких эмульсий и дисперсий. Два вышеуказанных фактора оказывают благоприятное воздействие и в процессах пастеризации и стерилизации, т.к. позволяют равномерно подвергнуть всю обрабатываемую среду интенсивному акустическому воздействию, приводящему к уничтожению бактерий и микроорганизмов.

Благодаря регулируемому приводу можно подобрать такую частоту вращения ротора, которая позволяет получить близкие к резонансным или резонансные частоты акустических колебаний корпуса статора 10. Установка двух и более статоров с одной стороны диска ротора позволяет за счет того, что каждый из них имеет различные размеры (статор, расположенный ближе к оси вращения ротора, имеет меньшие размеры, чем статор, расположенный на большем диаметре) получить для каждого из них свою собственную частоту резонансных колебаний. Статоры, обладающие меньшими размерами, будут иметь более высокую собственную частоту колебаний, чем статоры, имеющие большие размеры. В этом случае в устройстве имеются два и более статоров, которые работают каждый в отдельности наиболее эффективно в своей области частот вращения ротора. Таким образом, рассматриваемое устройство, с двумя и более статорами 10, расположенными по одну сторону диска ротора 4, обладает более широким спектром собственных частот колебаний статора 10. Выполнение статоров 10 различной упругости, т.е. из различных материалов, обладающих различными модулями упругости, а также с различной толщиной дисков, их формой, также расширяет спектр собственных частот колебаний статора, что делает данное устройство более универсальным и позволяет обрабатывать на нем широкий круг различных жидкотекучих сред, обладающих как изначально, так и в процессе обработки, различными физическими свойствами (вязкостью, диаметром частиц дисперсной фазы, межфазным поверхностным натяжением, скоростью распространения звука в системе, диссипацией акустических колебаний в системе и т.д.). С помощью регулируемого привода по

- максимуму акустических колебаний удастся подобрать наиболее эффективную частоту вращения ротора, при которой имеет место, в зависимости от решаемой задачи, наиболее интенсивное диспергирование или стерилизация, или перемешивание, или сочетание этих и других процессов, протекающих в обрабатываемых системах.
- 5 Установка статоров 10 с обеих сторон диска 4 ротора позволяет не только повысить эффективность процесса за счет увеличения производительности, но и расширить область начальной стадии срывной акустической кавитации за счет того, что статоры 10, расположенные с разных сторон диска 4 ротора, через обрабатываемую жидкотекучую систему оказывают непосредственное влияние друг
- 10 на друга, а т.к. обрабатываемая жидкотекучая среда поступает в пространство между одной поверхностью диска 4 ротора и статором 10, расположенным с этой же стороны диска 4 непосредственно из входного патрубка 2, а в пространство между статором 10 и другой поверхностью диска 4 ротора через окна 15 в диске 4 ротора; то в этом пространстве возникают несколько раньше (при более низких
- 15 частотах вращения ротора) явления срывной кавитации. Благодаря перераспределению давлений в области выходного патрубка 3 это явление срывной кавитации не получает дальнейшего развития, а наоборот перестает существовать. Через некоторое время этот процесс повторяется. Таким образом, это явление носит периодический характер, при этом максимальное значение акустических колебаний
- 20 возрастает по сравнению с режимом работы устройства, когда акустические колебания остаются неизменными во времени. Установка статора или статоров 10 в корпусе 1 с возможностью изменения расстояния между ним и ротором и с возможностью отклонения от соосности между ними позволяет усилить эффект воздействия вращающегося ротора на статор или статоры 10. Уменьшение зазора (расстоя-
- 25 ния) между ротором и статором наряду с усилением эффекта обработки жидкотекучей среды приводит и к увеличению тепловыделений в жидкость, что приводит к резкому увеличению температуры в обрабатываемой среде. Поэтому для каждой конкретной обрабатываемой жидкотекучей среды подбирается тот минимальный зазор между ротором и статором или статорами 10, при котором за счет высокой
- 30 температуры не происходит изменений в жидкой среде, приводящих к отрицательным последствиям. Отклонение же от соосности между статором или статорами 10 и диском 4 ротора приводит к увеличению воздействия со стороны вращающегося ротора на статор или статоры, т.к. всякое усиление (увеличение) неравномерности зазора между ротором и статором приводит к усилению результирующего
- 35 воздействия со стороны ротора на статор, что в свою очередь интенсифицирует акустические процессы в статоре. Это в свою очередь приводит к интенсификации процессов, протекающих в обрабатываемой среде: диспергирования, растворения, перемешивания, а кроме того, позволяет проводить одновременно процессы диспергирования, гомогенизации с процессом пастеризации и стерилизации. Это осо-
- 40 бенно ценно, например, при производстве пищевых продуктов. Наряду с интенсификацией процесса диспергирования, проведением процессов пастеризации и стерилизации предлагаемое устройство позволяет получить дисперсии, например, цветообразующих компонент со средним диаметром частиц дисперсной фазы до 0.04 мкм. Предлагаемое устройство позволяет изменять режимы обработки жидкотекучих
- 45 систем как в процессе обработки, определяя наиболее эффективный режим по максимуму акустических колебаний, приближаясь к нему, или удаляясь от него, одной партией продукта, так и легко переходить к обработке различных по своему

составу, свойствам жидкотекучих систем. Сочетание традиционных процессов, протекающих в подобных устройствах с процессами пастеризации и стерилизации, позволяет расширить область применения предлагаемого устройства, резко повысить сохранность обработанных жидкотекучих продуктов.

- 5 Экономический эффект достигается за счет снижения энергозатрат при получении ультратонких дисперсий, значительного увеличения срока их сохранности, сокращения количества материалов и наименования оборудования. Например, в молочной промышленности отпадает необходимость в применении громоздкого оборудования для стерилизации и пастеризации молока, следствием чего является
- 10 снижение энергозатрат, затрат на обслуживание и ремонт оборудования.

Во всех примерах, приведенных ниже, использовался роторно-пульсационный аппарат с диаметром статора 205 мм. В примерах I, II использовался роторно-пульсационный аппарат с ротором диаметром 170 мм. В примере III, в таблицах 1, 2, 3 приведены данные с использованием устройства с диаметром ротора 170

15 мм; в таблицах 4, 5 - с диаметром ротора 200 мм. При применении ротора диаметром 170 мм установилась частота вращения 7000 об/мин; при применении ротора диаметром 200 мм. - 3000 об/мин.

ПРИМЕР I

Получение тонких дисперсий гидрофобных цветообразующих компонент

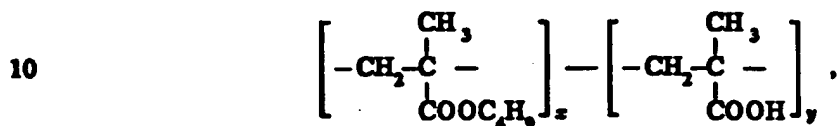
20

- В емкость из нержавеющей стали, снабженный рубашкой для охлаждения, крышкой, донным клапаном, термометром и предлагаемым выносным диспергирующим устройством загружают дисперсионную среду, состоящую из 36.2 л 3% водного раствора желатина, 1.55 л смачивателя, например, натриевой соли диэтилового
- 25 эфира -N-γ-децилоксипропил-N-(β-карбоксисульфопропионил)-аспарагиновой кислоты (СВ-1147) и 0.175 г азросила с удельной поверхностью 300 м². Дисперсионную среду нагревают до 60°С, после чего за счет насосного эффекта диспергирующего устройства, имеющего входной и выходной патрубки, осуществляют перемешивание содержимого аппарата по циклу при скорости вращения ротора 2 тыс.
- 30 оборотов в минуту. В режиме перемешивания в дисперсионную среду при температуре 60-65°С подают дисперсную фазу - раствор, например, 3.9 кг голубой цветообразующей компоненты α-(2,4-дитреамилфенокс)-пропиламид-1-окси-2,4-дихлор-3-метилбензойной кислоты (С-213) в высококипящем растворителе, например, смеси, состоящей из 4.05 кг трибутилфосфата, 2.7 кг дибутилфталата и
- 35 1.35 кг трифенилфосфата. Полученную смесь перемешивают в течение двух минут, после чего скорость вращения ротора увеличивают до 7,6 тыс. оборотов в минуту. При указанных значениях скорости вращения ротора диспергирующего устройства в жидкотекучей среде возникают резонансные колебания, которые возникают за счет воздействия статора на среду. В указанном режиме смесь обрабатывают 3
- 40 минуты при температуре +75°С±5°С. Получают стерилизованную дисперсию голубой гидрофобной цветообразующей компоненты со средним диаметром (d) частиц дисперсной фазы 0.07 мкм (определялся электронномикроскопическим методом по А.С. СССР №1405540) с содержанием основного вещества 7.8%, которая хранится при температуре +3+5°С в закрытой емкости без признаков загнивания в те-
- 45 чение 8 месяцев. По окончании срока хранения средний диаметр частиц дисперсной фазы составил 0.11 мкм.

ПРИМЕР II

По технологии примера I в смесь, состоящую из 36.55 л воды, 1.2 л смачивателя додецибензолсульфоната натрия (СВ-81), 0.175 г аэросила с удельной поверхностью 300 м² при температуре 60°С подают раствор, например, 3.9 кг

5 пурпурной гидрофобной цветообразующей компоненты I-(2', 4', 6'-трихлорфенил)-3-[2"-хлор-5 октадецилсульфиниламинофениламино]-пиразолона 5 (М-651) в смеси высококипящих растворителей, состоящей из 4.05 кг трибутилфосфата, 2.7 кг дибутилфталата, 1.35 кг трифенилфосфата и органического сополимера, содержащего карбоксильную группу, например, 0.24 кг сополимера, общей формулы



где x и y - массовые числа; $x=5.6-6.5$, $y=0.1-0.8$ с удельной вязкостью 0.5% раствора в ацетоне 0.15. Смесь обрабатывают 5 минут при +78°С в предлагаемом диспергирующем устройстве при скорости вращения ротора 8.7 тыс. оборотов в минуту в условиях воздействия статора на среду колебаниями в области резонансной частоты и амплитуды, которые определяют по максимуму амплитуды акустических колебаний с помощью гидрофона.

15

Получают стерильную дисперсию пурпурной гидрофобной цветообразующей компоненты со средним диаметром частиц дисперсной фазы 0.04 мкм. Дисперсия хранится в течение 1.5 лет при температуре +5+7°С без признаков разложения и

20 расслоения, средний диаметр частиц дисперсной фазы по окончании срока хранения составил 0.08 мкм.

По аналогичной технологии получают стерилизованные тонкие дисперсии смеси голубых цветообразующих компонент, смесей пурпурных компонент и дисперсий желтых компонент.

25 Указанные тонкие дисперсии гидрофобных цветообразующих компонент используют в производстве цветных обрабатываемых пленок, негативных, позитивных, телевизионных фотопленок, цветных фотобумаг.

ПРИМЕР III

Диспергирование, гомогенизация и стерилизация
30 молока и молочных продуктов

Процесс гомогенизации молока и молочных продуктов с одновременной стерилизацией может осуществляться на молочных заводах, приемных пунктах молока, животноводческих фермах.

I. Гомогенизация - стерилизация молока в режиме циркуляции

35 (Обработку ведут в устройстве с диаметром ротора 170 мм и частотой вращения 7000 об/мин.)

В емкость из нержавеющей стали, объемом 100 л, снабженную входным и выходным патрубками, термометром, рубашкой и выносным роторно-пульсационным аппаратом по предлагаемому изобретению загружают 75 л цельного молока с температурой 20°С. Молоко обрабатывают в режиме циркуляции емкость-роторно-

40

пульсационный аппарат при скорости вращения ротора 7.0 тыс. оборотов в минуту в условиях, когда в жидкотекучей среде возникают резонансные колебания, которые определяют по максимуму амплитуды акустических колебаний. Без дополнительного принудительного нагревания в течение 6 минут обработки температура 5 молока в емкости достигла $+95^{\circ}\text{C}$. Отбор проб молока для исследования приводили, начиная с температуры $+60^{\circ}\text{C}$. Результаты проведенных испытаний приведены в таблицах 1-3.

Качество, полученного в результате гомогенизации (диспергирования) молока, оценивали по показателям эффективности гомогенизации (средний диаметр 10 (d) жирового шарика), показателям его пищевой и биологической ценности; завершение процесса пастеризации оценивали по инаktivации (отсутствию) фермента фосфатазы. При этом стойкость гомогенизированного молока при хранении, оцениваемая по изменению показателей титруемой кислотности в градусах Тернера ($^{\circ}\text{T}$), определяли в соответствии с ГОСТ 3624-67, определение среднего диаметра 15 частиц дисперсной фазы молока и молочных продуктов проводили по методике А.С. СССР № 1405540, определение пищевой и биологической ценности молока проводили по ГОСТ 13277-79, ГОСТ 7047-55, микробиологический контроль (по общему микробному числу и содержанию бактерий группы кишечной палочки) - по ГОСТ 9225-84, реакция на фосфатазу по ГОСТ 3623-73.

20 Результаты представлены в таблице № 1.

Микробиологические показатели гомогенизированного по предлагаемому способу молока оценивали по нарастанию общего микробного числа (ОМЧ) в 1.0 мл продукта и содержанию бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

Результаты исследования представлены в таблице № 2.

25 Для сравнения ниже приведены микробиологические показатели стерилизованного молока массового потребления [5] и стерилизованной детской молочной смеси "Малютка", при этом стерилизация указанных продуктов осуществлялась при температуре $+150^{\circ}\text{C}$.

Вид молочного продукта:	ОМЧ в 1 мл, не более:	БГКП
Стерилизованное молоко после стерилизации	$1 \cdot 10^3$	отсутствуют в 10 мл
Детская молочная смесь "Малютка"	100	отсутствуют в 11.1 мл

30 Пищевая ценность гомогенизированного стерилизованного молока определяют по содержанию молочного жира, белка; биологическая ценность - по содержанию в молоке витаминов С, Е, каротиноидов, ионно-молекулярного кальция.

**ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ, ТИТРУЕМОЙ
КИСЛОТНОСТИ (°Т) ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**
(диаметр ротора 170 мм, частота вращения 7000 об/мин.)

Время хранения молока, сут.	Кислот. исходн. молока при хранении 15°С, °Т/(г) частиц мол. жира, мкм	Кислотн. гомоген. мол. при хранении 15°С, °Т/г частиц молочного жира, мкм					
		Температура гомогенизации, °С					
		60	70	80	85	90	95
0	20.5/3.2	20/0.73	20/0.64	20/0.51	20/0.48	20/0.40	20/0.36
0.5	45/3.6	20/0.72	20/0.66	20/0.50	20/0.50	20/0.40	20/0.37
1	скисание	20/0.74	20/0.68	20/0.50	20/0.54	20/0.42	20/0.36
3	-	20/-	20/-	20/-	20/-	20/-	20/-
5	-	20/-	20/-	20/-	20/-	20/-	20/-
7	-	31/0.80	20/-	20/0.6	20/-	20/-	20/0.4
9	-	46/-	20/0.73	20/-	20/0.61	20/0.50	20/0.44
11	-	скисан.	31/0.78	20/0.61	20/0.59	20/0.55	20/0.44
12	-	-	скисан.	36/-	38/-	32/0.60	34/0.63
13	-	-	-	скисан.	скисан.	скисан.	скисан.

Таблица № 2

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОМОГЕНИЗИРОВАННОГО
СТЕРИЛИЗОВАННОГО МОЛОКА**
(диаметр ротора 170 мм, частота вращения 7000 об/мин.)

Время хранения молока, сут.	Микробиол. показатели	Содержан. бактер. в исходном молоке	Содержание бактерий в гомоген. стерил. молоке, ед.					
			Температура гомоген. (стерилизации), °С					
			60	70	80	85	90	95
1	ОМЧ	$2.6 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^3$	275	120	90	55	35
	БГКП	отсутст. в 0.01 мл	отсутст. в 1 мл	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
3	ОМЧ	6.10^4	$1.2 \cdot 10^3$	325	185	100	65	55
	БГКМ	отсутст. в 0.01 мл	отсутст. в 1 мл	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
7	ОМЧ	$3.0 \cdot 10^5$	$1.8 \cdot 10^3$	450	270	130	100	90
	БГКМ	отсутст. в 0.001 мл	отсутст. в 0.3 мл	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
11	ОМЧ	-	-	$1 \cdot 10^3$	520	280	180	110
	БГКМ	-	-	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.

**ПОКАЗАТЕЛИ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ
ГОМОГЕНИЗИРОВАННОГО СТЕРИЛИЗОВАННОГО МОЛОКА**
(обработку ведут в устройстве с ротором Ø 170 мм
при частоте вращения 7000 об/мин.)

Наименование	Исходное	Гомогенизированное стерилизованное молоко					
		Температура гомогениз. (стерилизации), °C					
		60	70	80	85	90	95
1. Массовая доля жира, %	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55
2. Массовая доля белка, %	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
3. Плотность, г/см ³	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027
4. Эффективность стерилизации (качеств. реакция на фосфатазу) Показатели биологической ценности молока		отриц.	отриц.	отриц.	отриц.	отриц.	отриц.
5. Содержание кальция мг / %	116.0	114.0	102.0	98.8	98.4	98.0	98.0
6. Содержание витамина С, мг / %	1.25	1.25	0.98	0.72	0.72	0.60	0.60
7. Содержание витамина Е, мг / %	0.16	0.15	0.16	0.146	0.144	0.14	0.14
8. Содержание каротиноидов мг / %	0.036	0.033	0.033	0.036	0.036	0.044	0.036

Для сравнения, ниже приведены некоторые нормы ГОСТ 13277-79 на стерилизованное молоко массового потребления.

1. Массовая доля жира, %	- 1.5 - 3.5
2. Массовая доля белка, %	- 1.8 - 2.8
3. Плотность, г/см ³	- 1.027
4. Содержание фосфатазы (эффективность стерилиз.)	- отсутствует
5. Содержание кальция, мг / % в зависимости от содержания в исходном молоке)	- до 121
6. Содержание витаминов, мг / %	
С	- 0.3 - 0.6
Е	- 0.10
Каротиноидов	- 0.01

Средний диаметр частиц молочного жира в стерилизованном молоке после гомогенизации по известным способам равен 1.0 – 2.0 мкм.

2. Гомогенизация-стерилизация цельного молока в потоке
(обработку ведут в устройстве с ротором Ø 200 мм
при частоте вращения 3000 об/мин.)

В емкость из нержавеющей стали, соединенную посредством патрубка и трубопровода с выносным роторно-пульсационным аппаратом по предлагаемому изобретению, подавали со скоростью от 12 до 20 тонн в час предварительно нагретое в трубчатом теплообменнике молоко с температурой +75 + +78° С. Из емкости молоко немедленно поступало в роторно-пульсационный аппарат, снабженный двумя статорами и ротором, причем статоры были выполнены с несовпадающими собственными частотами колебаний. Поступившее в роторно-пульсационный аппарат молоко обрабатывалось в условиях воздействия на него двух статоров, имеющих колебания различной частоты и амплитуды, которые регулировали числом оборотов вращения ротора (от 3 до 3,5 тысяч оборотов в минуту). Далее обработанное молоко со скоростью 12–20 тонн в час через холодильник поступало в приемную емкость (танк).

Результаты испытаний приведены в таблице № 4. Как следует из данных таблицы № 4, обработка исходного молока, имеющего общее микробное число (ОМЧ) 1.9 млн., в потоке в предлагаемом роторно-пульсационном аппарате при +78° С (температура пастеризации) приводит к получению целевого продукта, отвечающего по своим микробиологическим показателям стерилизованному молоку (ОМЧ=8).

Из приведенных выше примеров следует, что предложенный способ гомогенизации (диспергирования) молока позволяет значительно уменьшить средний диаметр частиц дисперсной фазы (молочного жира), что практически исключает отстаивание его в молоке при хранении. Это приводит к повышению пищевой ценности молока. Кроме того, по предлагаемому способу процесс гомогенизации сопровождается одновременной стерилизацией молока, которая протекает при низких (70–90° С) по сравнению со способом-прототипом (+150° С) температурах, что позволяет улучшить как пищевую, так и биологическую ценность молока.

Таблица № 4

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЦЕЛЬНОГО
МОЛОКА В ПОТОКЕ. ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАБОТАННОГО МОЛОКА**
(диаметр ротора 200 мм., частота вращения 3000 об/мин.)

Технологические параметры		Изменение титруемой			Отстой жира (0.5 л), см, 5 сут.	Микробиологические	
Скорость обработки молока, Т/час	Температура обработки молока, °С	кислотности молока при хранении	при 12° С 5 сут.	7 сут.		показатели БГКП через 1 сутки	ОМЧ через 5 сут., ед.
Исходное сырое молоко;		70	–	–	2	–	–
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px; margin-right: 5px;"> кислотность – 19°Т БГКП – обнаруж. в 0.000001 мл. ОМЧ – 19000000 ед. </div> <div>(кислое)</div> </div>							
12–20	+75 – +78	19	19	20	отсут.	не обн.	8

3. Получение концентрированного молока в режиме циркуляции

По технологии примера III п.1 в предлагаемом устройстве подвергали обработке при $+60^{\circ}\text{C}$ в течении 3 минут при скорости вращения ротора 8.4 тыс. оборотов в минуту в условиях резонансных колебаний в жидкотекучей среде 30 кг сухого молока в 40 л воды. После обработки получили однородную молочную массу со средним диаметром частиц дисперсной фазы (молочного жира) 0.1 мкм, вязкостью 130 сантипуаз, с содержанием жира 9.35 %. Полученный продукт может быть использован в технологии производства молока и молочных продуктов.

Аналогичные продукты, полученные по известным способам, имеют средний диаметр частиц молочного жира 1.0 - 1.8 мкм [7].

4. Восстановление сухого молока в потоке

По технологии примера III п.2 в емкость из нержавеющей стали с помощью загрузочного устройства подавали со скоростью от 12 до 20 тонн в час смесь сухого молока (жирность 25 %) и теплой воды в соотношении (масс. части) от 1:3,5 до 1:8. Смесь, имеющая температуру $30-40^{\circ}\text{C}$, немедленно поступала в роторно-пульсационный аппарат, где происходило одновременно растворение сухого молока в воде, его гомогенизация, эмульгирование капель молочного жира, пастеризация восстановленного молока; скорость восстановления молока в роторно-пульсационном аппарате по предлагаемому изобретению составляла 12-20 тонн в час.

Результаты испытаний приведены в таблице № 5.

Таблица № 5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУХОГО МОЛОКА В ПОТОКЕ.

ПОКАЗАТЕЛИ ВОССТАНОВЛЕННОГО МОЛОКА

(диаметр ротора 200 мм при частоте вращения 3000 об/мин.)

Жирность восстанов- ленного молока, %	Соотно- шение сухое молоко/ вода (масс. части)	Технологические параметры				Показатели восстановленного молока				
		Произ- води- тельн. Т/час	Тем- пера- тура, °C	По- треб- ляем. мощн., квт/ч.	Удель- ные энерго- затраты, квт/л	ОМЧ, ед.	БГКП, ед.	Плот- ность, г/см ³	Кис- лот- ность, °T	Средний диам. капель (d) мол. жира, мкм
По предлагаемой технологии										
2,66	1:8	12-20	30-40	49,4	0,0058 (5,8 вт.)	4800	отсут.	1,027	19	0,61
5,5	1:3,5	12-20	30-40	49,4	0,0058	5500	отсут.	-	19	0,53
По известной технологии										
Казанского молкомбината										
2,66	1:8	10	30-40	-	-	59000	присут. в 0,01 мл	1,027	19	3-4

Таким образом, из приведенных примеров следует, что предложенный способ обработки жидкотекучих сред и предложенное устройство для его осуществления позволяет значительно повысить эффективность процесса диспергирования, одновременно провести стерилизацию жидкотекучих сред, а также уменьшить средний диаметр частиц дисперсной фазы эмульсионных систем (дисперсий гидрофобных цветообразующих компонент, молока, молочных продуктов и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент США № 2991177, 1961;
2. Авторское свидетельство СССР № 1393139, Кл С03С 7/26 от 29.12.85;
3. В.В.Вайткус. Гомогенизация Молока - М.: Пищевая промышленность 1967, с.35;
4. Авторское свидетельство СССР № 971211, Кл М. Кл А 23 С 3/03;
5. Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. - М.: 1983, с. 98-100, рис.24.
6. Авторское свидетельство СССР № 1830278, Кл ВОIF/28, опубл. в 1991 г.
7. Е.А.Богданова и др. Производство цельномолочных продуктов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, с.197.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обработки жидкотекучих сред в роторно-пульсационном аппарате, отличающийся тем, что обработку ведут в условиях дополнительного акустического воздействия статора на среду колебаниями различной частоты и амплитуды, при этом частоту воздействия регулируют числом оборотов ротора, а амплитуду воздействия - моментом инерции массы диска вращающегося ротора.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что обработку ведут в области резонансных колебаний статора.
3. Способ по п.1-2, отличающийся тем, что обработку ведут в условиях параметрических колебаний статора.
4. Способ по п.1-3, отличающийся тем, что используют роторно-пульсационный аппарат, который снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, при этом подбирают статоры с совпадающими или не совпадающими собственными частотами колебаний.
5. Способ по п.1-4, отличающийся тем, что регулируют величину зазора между ротором и статором и/или величину отклонения от соосности между ротором и статором.
6. Способ по п.1-5, отличающийся тем, что используют роторно-пульсационный аппарат, в котором ротор и статор снабжены турбулизирующими элементами, имеющими различные собственные частоты колебаний.
7. Роторно-пульсационный аппарат, содержащий корпус, внутри которого установлены ротор и статор, отличающийся тем, что статор установлен в корпусе посредством, по меньшей мере, одной точки опоры и имеет зазор по отношению к корпусу для обеспечения возможности осуществления его объемных колебаний.
8. Аппарат по п.7, отличающийся тем, что статор установлен в корпусе посредством центральной части в области оси вращения ротора.
9. Аппарат по п.7-8, отличающийся тем, что центральная часть статора, с помощью которой он установлен в корпусе, выполнена в виде конической или цилиндрической обечайки, а периферийная часть, установленная с зазором к корпусу аппарата, - в виде диска или усеченного конуса.
10. Аппарат по п.7-9, отличающийся тем, что в конической или цилиндрической обечайке выполнены окна.
11. Аппарат по п.7-10, отличающийся тем, что он снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным коаксиально имеющемуся статору с той же стороны ротора, при этом, статоры выполнены с совпадающими или не совпадающими собственными частотами колебаний.
12. Аппарат по п.7-10, отличающийся тем, что он снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным с другой стороны ротора.
13. Аппарат по п.7-12, отличающийся тем, что статоры выполнены с различной упругостью.
14. Аппарат по п.7-13, отличающийся тем, что статор или статоры установлены с возможностью изменения зазора относительно ротора и/или с возможностью отклонения от соосности ротора и статора.
15. Аппарат по п.7-14, отличающийся тем, что на поверхностях ротора и статора или статоров, обращенных друг к другу, выполнены турбулизирующие элементы.
16. Аппарат по п.7-15, отличающийся тем, что турбулизирующие элементы выполнены в виде коаксиальных лопаток или коаксиальных цилиндров с проточными каналами или прорезями.

ИЗМЕНЁННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

[получена Международным бюро 12 октября 1996 (12.10.96)]

1. Способ обработки жидкотекучих сред в роторно-пульсационном аппарате, отличающийся тем, что обработку ведут в условиях дополнительного акустического воздействия статора на среду колебаниями различной частоты и амплитуды, при этом частоту воздействия регулируют числом оборотов ротора, а амплитуду воздействия - моментом инерции массы диска вращающегося ротора.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что обработку ведут в области резонансных колебаний статора.

3. Способ по п. 1-2, отличающийся тем, что обработку ведут в условиях параметрических колебаний статора.

4. Способ по п. 1-3, отличающийся тем, что используют роторно-пульсационный аппарат, который снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, при этом подбирают статоры с совпадающими или не совпадающими собственными частотами колебаний.

5. Способ по п. 1-4, отличающийся тем, что регулируют величину зазора между ротором и статором и/или величину отклонения от соосности между ротором и статором.

6. Способ по п. 1-5, отличающийся тем, что используют роторно-пульсационный аппарат, в котором ротор и статор снабжены турбулизирующими элементами, имеющими различные собственные частоты колебаний.

7. Роторно-пульсационный аппарат, содержащий корпус, внутри которого установлены ротор и статор, отличающийся тем, что статор имеет в центральной части, по меньшей мере, одну точку опоры, расположенную в области оси вращения ротора, статор установлен с зазором по отношению к корпусу для обеспечения возможности осуществления статором объемных колебаний, при этом аппарат снабжен средством для регулирования зазора между ротором и статором и/или выполнен с возможностью отклонения от соосности ротора и статора.

8. Аппарат по п. 7, отличающийся тем, что центральная часть статора, с помощью которой он установлен в корпусе, выполнена в виде конической или цилиндрической обечайки, а периферийная часть, установленная с зазором к корпусу аппарата, - в виде диска или усеченного конуса.

9. Аппарат по п. 7-8, отличающийся тем, что в конической или цилиндрической обечайке выполнены окна.

10. Аппарат по п. 7-9, отличающийся тем, что он снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным коаксиально имеющемуся статору с той же стороны ротора, при этом статоры выполнены с совпадающими или не совпадающими собственными частотами колебаний.

11. Аппарат по п. 7-10, отличающийся тем, что он снабжен, по меньшей мере, одним дополнительным статором, установленным с другой стороны ротора.

12. Аппарат по п. 7-11, отличающийся тем, что статоры выполнены с различной упругостью.

13. Аппарат по п. 10-12, отличающийся тем, что дополнительные статоры установлены с возможностью изменения зазора относительно ротора и/или с возможностью отклонения от соосности ротора и статоров.

14. Аппарат по п. 7-13, отличающийся тем, что на поверхностях ротора и статора или статоров, обращенных друг к другу, выполнены турбулизирующие элементы.

15. Аппарат по п. 7-14, отличающийся тем, что турбулизирующие элементы выполнены в виде коаксиальных лопаток или коаксиальных цилиндров с проточными каналами или прорезями.

И ЗАЯВЛЕНИЕМ

Уважаемые господа,

В соответствии с результатами международного поиска по международной заявке PCT/RU95/00061 и в соответствии с Правилom 46 мы желаем ограничить объем своих притязаний относительно Роторно-пульсационного аппарата по п.7-16 формулы изобретения и просим внести изменения в формулу изобретения. Предоставляем заменяющий лист 17, содержащий текст измененной формулы изобретения. Измененная формула изобретения имеет следующие отличия от первоначально заявленной формулы изобретения:

1. В пункт 7 формулы изобретения мы вносим следующие дополнительные признаки изобретения:
 - 1.1 Дополнительные признаки, предусматривающие, что статор имеет в центральной части, по меньшей мере, одну точку опоры, расположенную в области оси вращения ротора.
Данные признаки были раскрыты ранее в п. 8 формулы изобретения, а также на странице 4 описания изобретения, строки 26-29.
 - 1.2 Дополнительный признак, предусматривающий, что роторно-пульсационный аппарат снабжен средством для регулирования величины зазора между ротором и статором.
Данный признак был раскрыт ранее на странице 16 описания изобретения, строки 22-25, а также на Фиг.9 .
 - 1.3 Дополнительный признак, предусматривающий что роторно-пульсационный аппарат выполнен с возможностью отклонения от соосности ротора и статора.
Данный признак ранее был раскрыт на странице 14 описания изобретения, строки 26-30, на Фиг.10 и в п. 14 формулы изобретения.

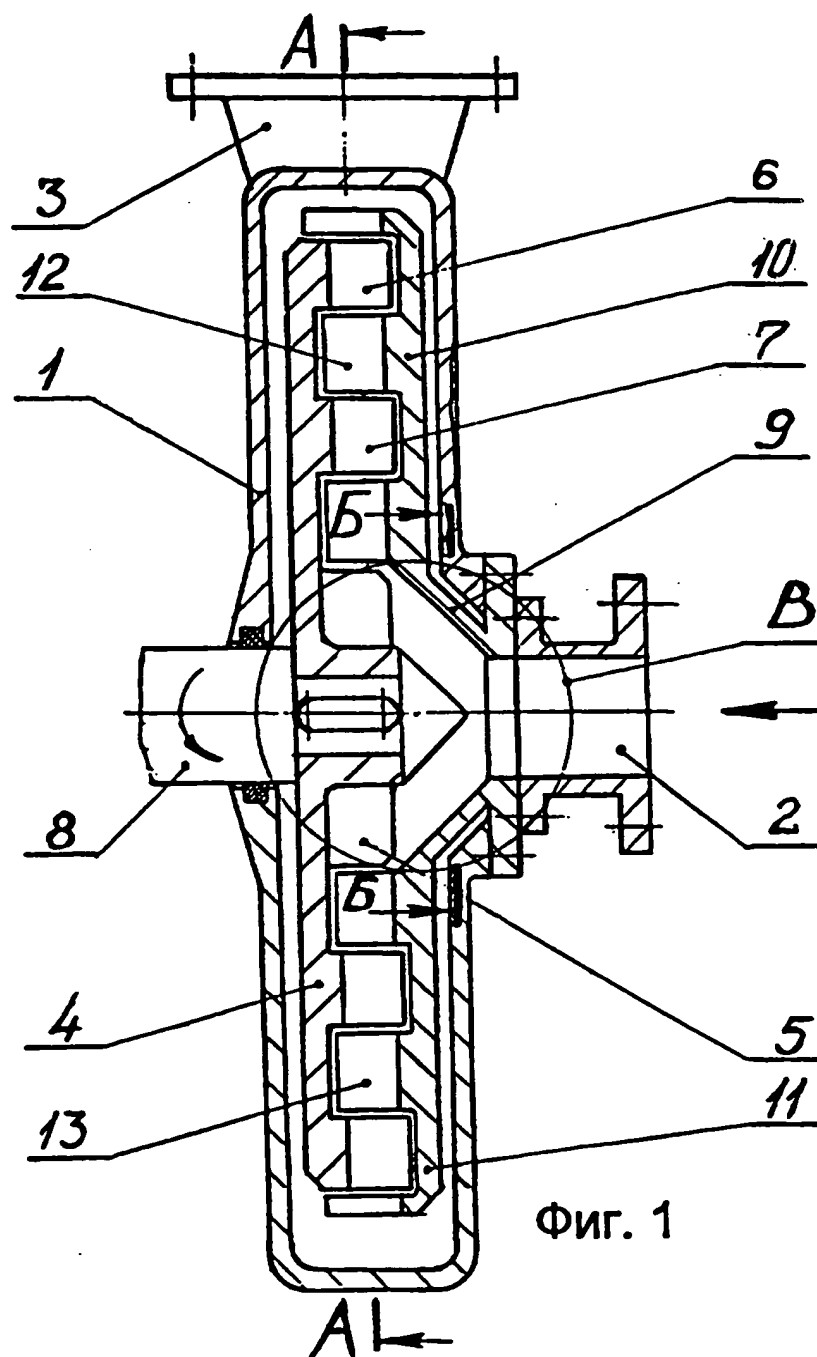
- 1.4 С учетом изменений, указанных выше, п. 7 формулы изобретения имеет следующую редакцию:
" Роторно-пульсационный аппарат, содержащий корпус, внутри которого установлены ротор и статор, отличающийся тем, что статор имеет в центральной части, по меньшей мере, одну точку опоры, расположенную в области оси вращения ротора, статор установлен с зазором по отношению к корпусу для обеспечения возможности осуществления статором объемных колебаний, при этом аппарат снабжен средством для регулирования зазора между ротором и статором и/или выполнен с возможностью отклонения от соосности ротора и статора"
- 2 Пункт 8 формулы изобретения исключается из формулы изобретения.
- 3 В связи с этим изменяется нумерация остальных пунктов формулы изобретения.
- 4 В п. 13 формулы изобретения теперь указано, что данным пунктом защищается роторно-пульсационный аппарат по п. 10-12. Внесено указание о том, что настоящий пункт описывает дополнительные статоры, а не статор, как было указано первоначально.
- 4.1 С учетом указанных изменений, пункт 13 (бывший пункт 14) имеет следующую редакцию:
"Аппарат по п. 10-12, отличающийся тем, что дополнительные статоры установлены с возможностью изменения зазора относительно ротора и/или с возможностью отклонения от соосности ротора и статоров."

Внесенные изменения в вышеуказанные пункты формулы изобретения основаны на первоначально поданных описании изобретения и чертежах и не влекут за собой изменения описания изобретения, реферата или чертежей.

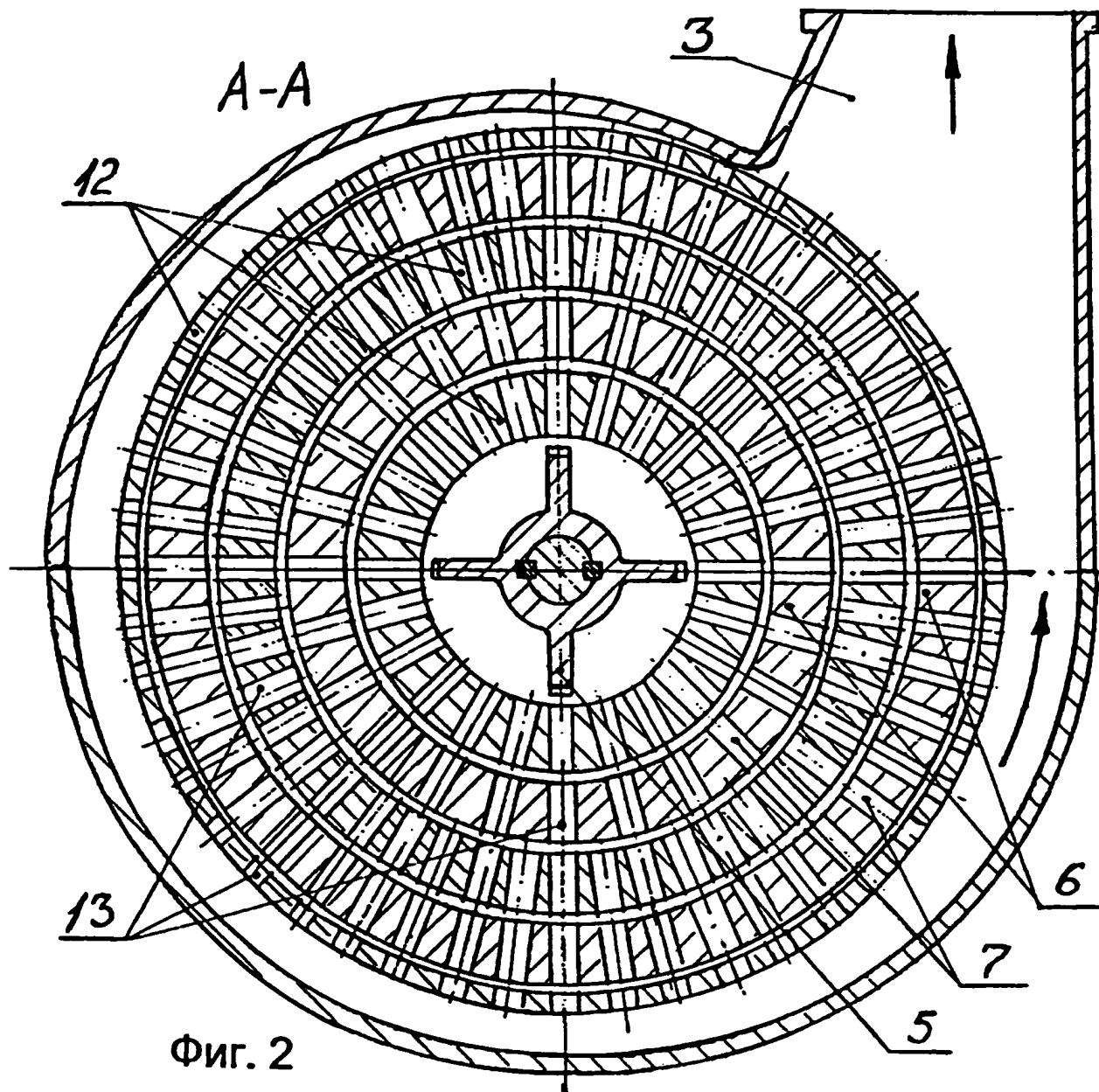
Предоставляем заменяющий лист No. 17 с уточненной формулой изобретения.

Приложение: заменяющий лист No. 17 с формулой изобретения в 1 экземпляре.

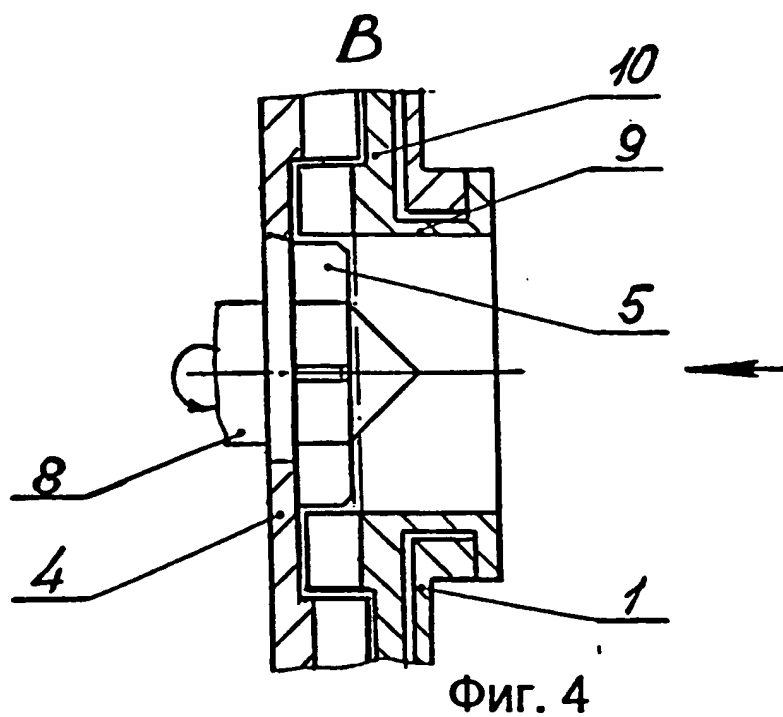
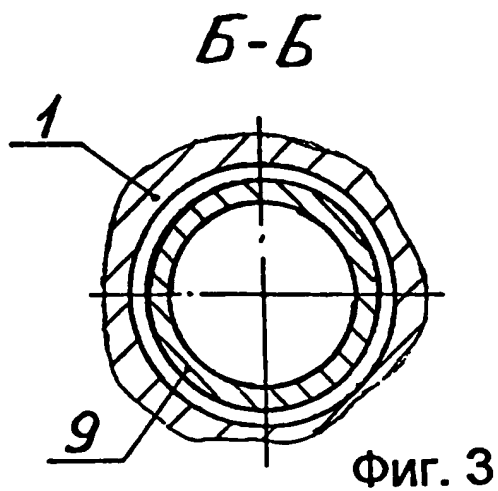
1 / 11



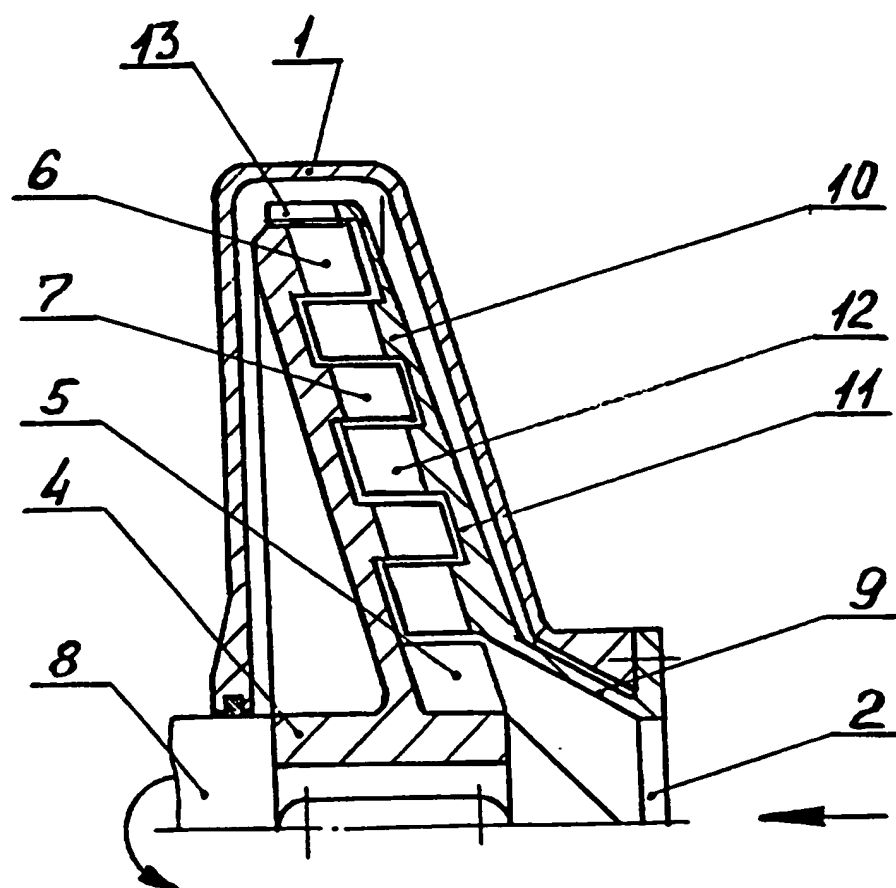
2 / 1 1



3 / 1 1

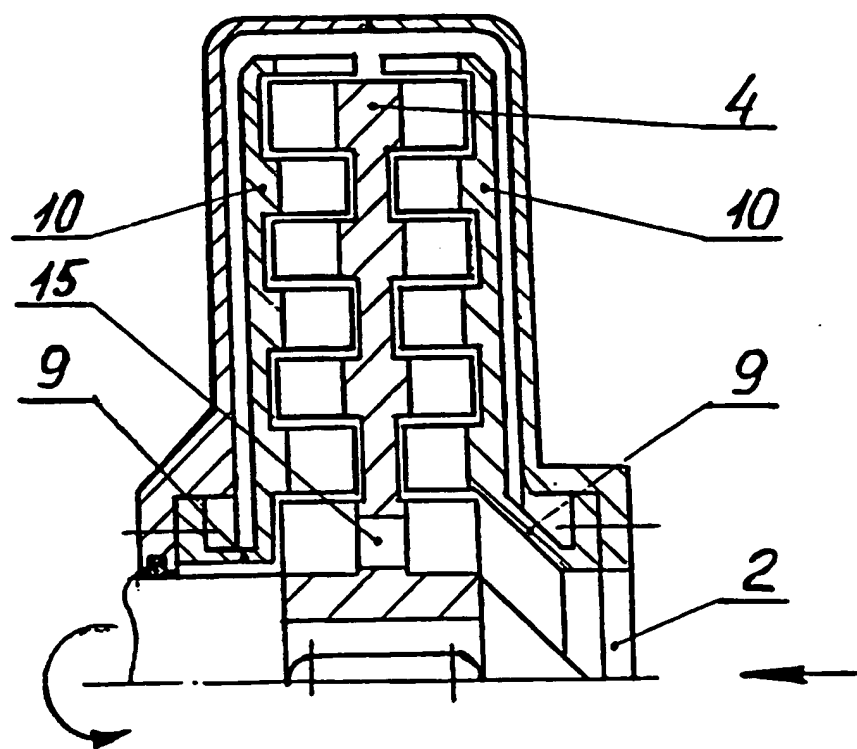


4 / 11



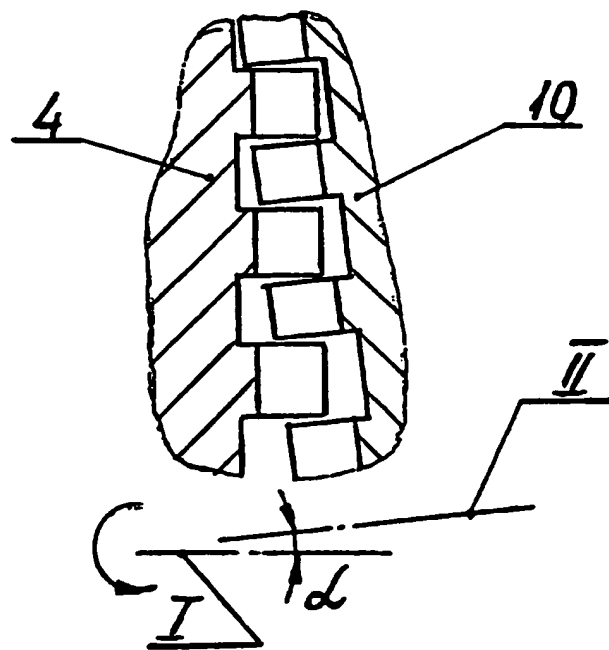
Фиг. 5

5 / 1 1



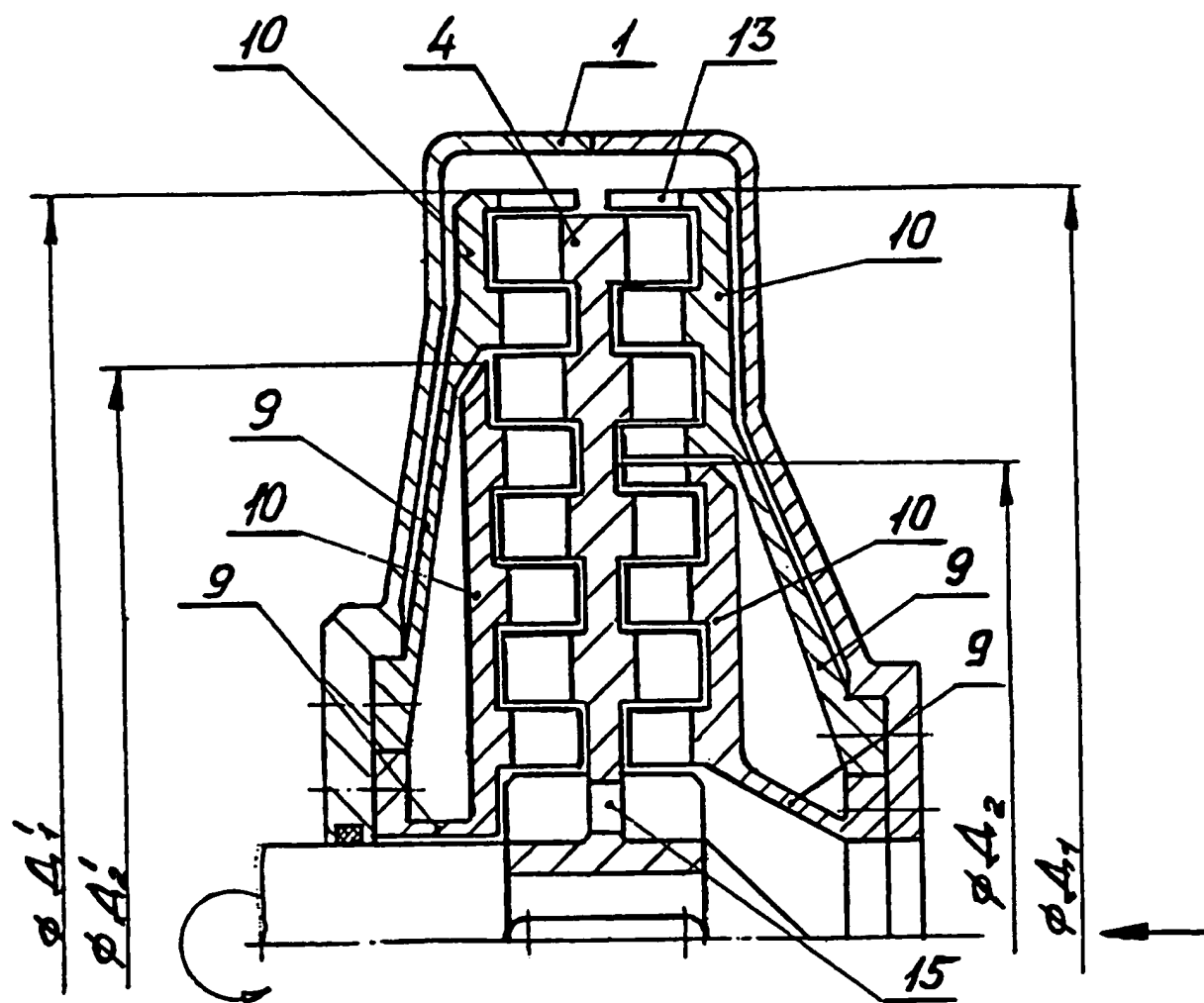
Фиг. 6

6 / 1 1



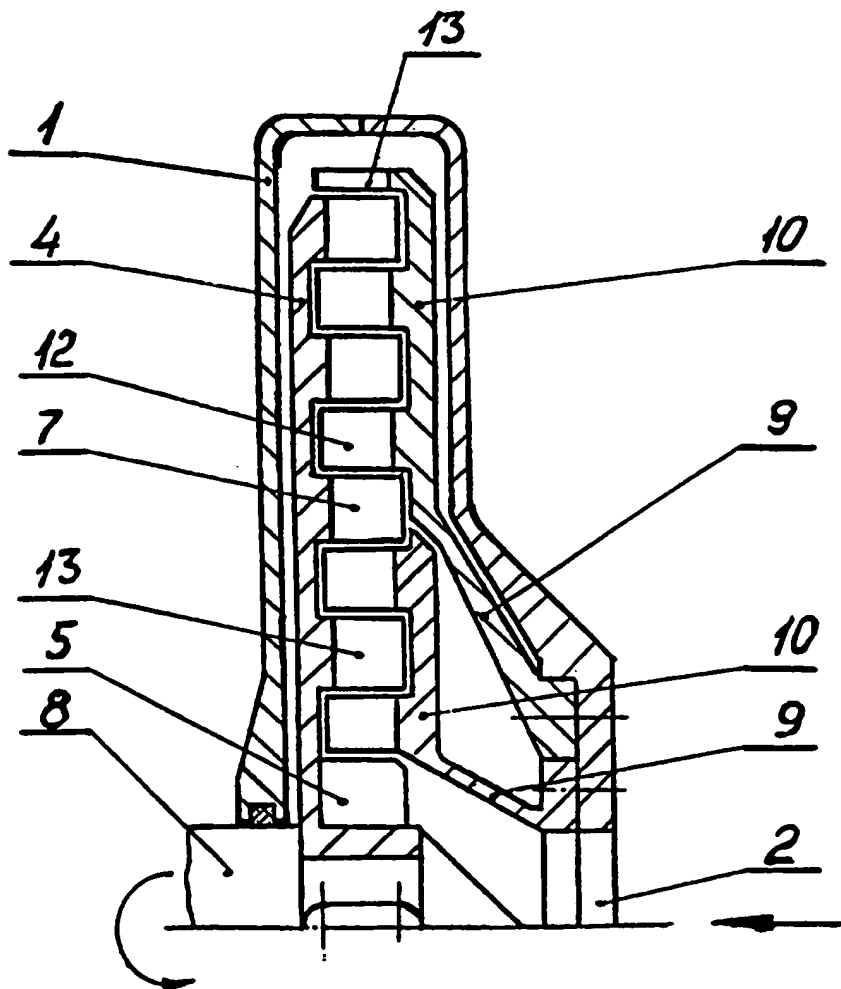
Фиг. 10

8 / 1 1



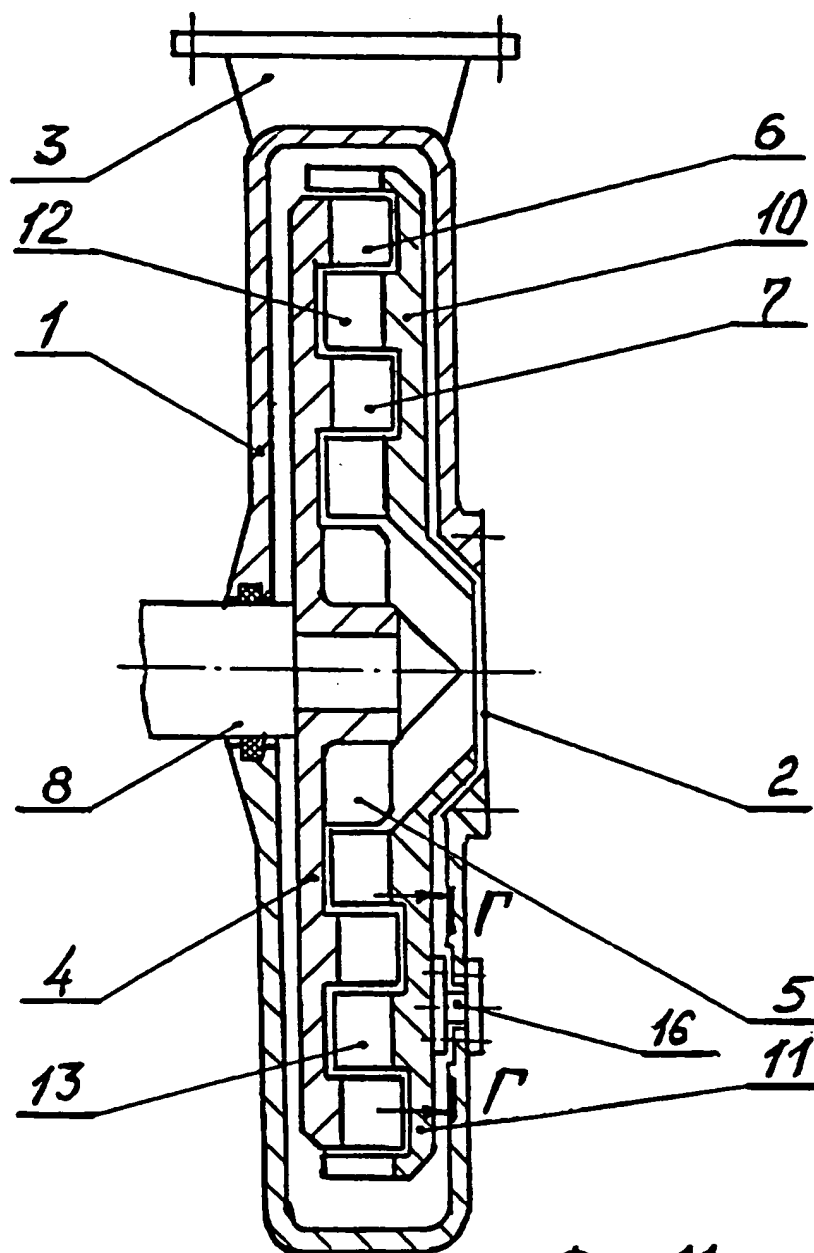
Фиг. 8

9 / 1 1



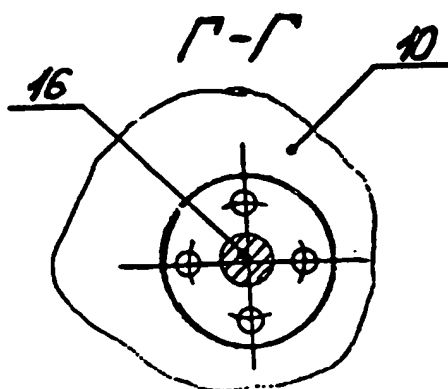
Фиг. 7

10/11

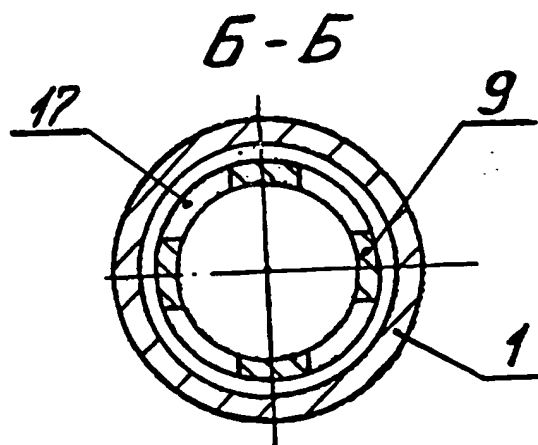


Фиг. 11

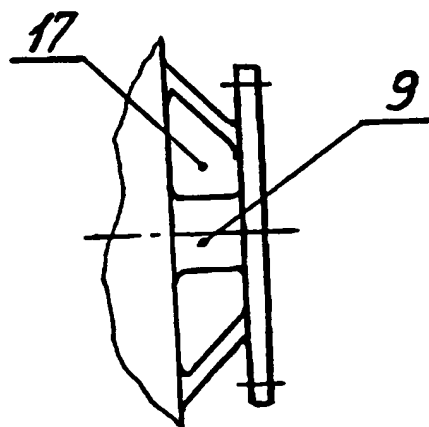
11/11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 95/00061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC6 : B01F 7/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC6 : B01F 7/00, 7/10, 7/12, 7/26, 7/28 5/06, 11/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SU, A, 291548 (BALABUDKIN M. A. et al) 30 March 1985 (30.03.85)	1, 7-9
X	Su, A1, 1479088 (VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT GERBITSIDOV I REGULYATOROV ROSTA RASTENii) 15 May 1989 (15.05.89)	7
X	GB, A, 1182321 (HEINZ LIST), 25 February 1970 (25.02.70)	7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 July 1995 (20.07.95)		16 August 1995 (16.08.95)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No
PCT/RU 95/00061

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: B01F 7/00
Согласно Международной патентной классификации (МКИ-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (Система классификации и индексы) МКИ-6: B01F 7/00, 7/10, 7/12, 7/26, 7/28, 5/06, 11/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (названия базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	SU, A. 291548 (БАЛАБУДКИН М.А. и другие) 30 марта 1985 (30.03.85)	1. 7-9
X	SU, A1. 1479088 (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕРБИЦИДОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ). 15 мая 1989 (15.05.89)	7
X	GB, A. 1182321 (HKINZ LIST). 25 февраля 1970 (25.02.70)	7

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылок документов:
 "А" - документ, определяющий общий уровень техники.
 "Е" - более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.
 "О" - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
 "Р" - документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.

"Т" - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения.
 "Х" - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочающий новизну и изобретательский уровень.
 "У" - документ, порочающий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории.
 "&" - документ, являющийся патентом-аналогом.

Дата действительного завершения международного поиска
20 июля 1995 (20.07.95)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
16 августа 1995 (16.08.95)

Наименование и адрес Международного поискового органа:
Всероссийский научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858, Москва, Бережковская наб. 30-1
факс (095)243-33-37, телетайп 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

Н.Федорова
тел. (095)240-58-88

DERWENT-ACC-NO: 1996-333807

DERWENT-WEEK: 199820

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Processing liquid in rotary-pulsation appts. - uses two or more stators with same or different oscillating frequencies, set at adjustable distances from rotor

INVENTOR: AGAFONOV, Y; FEDOROV, A; FOMIN, V; GATAULLIN, R; GAYFULLIN, V; KRUGLOV, A; LEBEDEV, S; VOLKOV, G; YARYGIN, V; ZAKHAROV, S; AGAFONOV, Y M; FEDOROV, A D; FOMIN, V M; GATAULLIN, R S; KRUGLOV, A B; LEBEDEV, S G; VOLKOV, G A; YARYGIN, V E; ZAKHAROV, S A

PATENT-ASSIGNEE: FOMIN V M[FOMIN], EVROINTORG TRADING-IND CO[EVROINT], IFF INVESTMENTS LTD[IFFIN]

PRIORITY-DATA: 1994RU-0045538 (December 29, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
WO 9620778 A1	July 11, 1996	R	035	B01F 007/00
1-12-				
RU 2090253 C1	September 20, 1997	N/A	023	1-2-B01F 007/00
1-12-				
AU 9523766 A	July 24, 1996	N/A	000	1-2-B01F 007/00

DESIGNATED-STATES: AM AT AU BB BG BR BY CA CH CN CZ DE DK EE ES FI GB GE HU JP KE KG KP KR KZ LK LR LT LU LV MD MG MN MW MX NO NZ PL PT RO SD SE SI SK TJ TT UA US UZ VN AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT KE LU MC MW NL OA PT SD SE S Z UG

CITED-DOCUMENTS: GB 1182321; SU 1479088; SU 291548

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
WO 9620778A1	N/A	1995WO-RU00061	April 7, 1995

RU 2090253C1	N/A	1994RU-0045538	December 29, 1994
AU 9523766A	N/A	1995AU-0023766	April 7, 1995
AU 9523766A	Based on	WO 9620778	N/A

INT-CL (IPC): B01F007/00

ABSTRACTED-PUB-NO: WO 9620778A

BASIC-ABSTRACT:

The procedure consists of processing the liq. in a rotary-pulsation appts. with additional acoustic influence from a stator, applying oscillations at different frequencies and amplitudes, the frequency being regulated by the rotational speed of the rotor, and the amplitude by the moment of inertia of its disc. The procedure can be carried out in the stator's resonance oscillation or parametric oscillation zones. The appts. employed for the procedure has two or more stators (10) with oscillating frequencies which coincide or are different and an adjustable gap between the stators and rotor (4). Both rotor and stators have vortex generators with different oscillation frequencies.

USE - Suitable for processing liqs. in chemical photographic, food, pharmaceutical and microbiological industries e.g. for obtaining emulsions.

ADVANTAGE - More intensive processing effect.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.8/14

TITLE-TERMS: PROCESS LIQUID ROTATING PULSATE APPARATUS TWO MORE STATOR OSCILLATING FREQUENCY SET ADJUST DISTANCE ROTOR

DERWENT-CLASS: J02

CPI-CODES: J02-A02B

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1996-105415